

ДИНАМИЧЕСКАЯ ЭВОЛЮЦИЯ В ОБЛАСТЯХ ВТОРИЧНЫХ РЕЗОНАНСОВ, ОБУСЛОВЛЕННЫХ СВЕТОВЫМ ДАВЛЕНИЕМ, В ОКРЕСТНОСТИ ОРБИТ СИСТЕМ ГЛОНАСС И GPS

В. Д. Гусев, И. А. Малютин
Уральский федеральный университет

Исследована динамическая эволюция объектов в областях вторичных резонансов, обусловленных световым давлением, в окрестности орбит спутников глобальных навигационных систем ГЛОНАСС и GPS. Рассмотрены мультиплеты вторичных резонансов, соответствующих основным резонансам и субрезонансам i - и e -типа. Оценки больших полуосей орбит, соответствующих вторичным резонансам, получены аналитически. Положение вторичных резонансов в зависимости от отношения миделева сечения к массе уточнялось численным методом. Вторичные резонансы оказывают существенное влияние на динамическую эволюцию объектов, имеющих отношение миделева сечения к массе $10 \text{ м}^2/\text{кг}$ и более. Полученные результаты представляют интерес при описании орбитальной эволюции космического мусора.

DYNAMICAL EVOLUTION IN REGIONS OF SECONDARY RESONANCES DUE TO SOLAR RADIATION PRESSURE IN THE VICINITY ORBITS OF THE GLONASS AND GPS SYSTEMS

V. D. Gusev, I. A. Malyutin
Ural Federal University

We investigate the dynamical evolution of objects in the secondary resonances due to solar radiation pressure in the vicinity of orbits of the global navigation systems GLONASS and GPS satellites. The secondary resonances multiplets are considered that correspond to both main resonances and sub-resonances i - and e -types. The semi-major axes corresponding to secondary resonances are estimated analytically. The secondary resonance locations as a function of the area-to-mass ratio were improved numerically. The secondary resonances influence significantly the dynamical evolution of objects with an area-to-mass ratio $10 \text{ м}^2/\text{кг}$ and more. The results will be useful to describe the orbital evolution of space debris.

Вторичные резонансы в окрестности геостационарной орбиты, обусловленные световым давлением, возникают вследствие рациональной соизмеримости между критическим аргументом основного резонанса и долготой Солнца [1, 2]. В работе исследуются области вторичных резонансов в окрестности орбит спутников глобальных навигационных систем ГЛОНАСС и GPS. Рассмотрены мультиплеты вторичных резонансов, соответствующие основным резонансам и субрезонансам i - и e -типа. Оценки больших полуосей орбит, соответствующих вторичным резонансам, получены аналитически. Положение вторичных резонансов в зависимости от долготы восходящего узла и отношения миделева сечения к массе уточнялось численно. Начальные значения долготы восходящего узла принимались равными 0, 90, 180, 270°. Отношение миделева сечения к массе варьировалось от малых значений (0.02, 0.2 м²/кг), соответствующих спутникам, до умеренных и больших (1, 10, 20, 30, 40 м²/кг), соответствующих космическому мусору. Орбитальная эволюция объектов моделировалась с помощью «Численной модели движения искусственных спутников Земли» [3] с учетом основных возмущающих факторов на интервалах времени 24 и 240 лет. Использовался интегратор Эверхарта 19-го порядка. Вторичные резонансы оказывают существенное влияние на динамическую эволюцию объектов, имеющих отношение миделева сечения к массе 10 м²/кг и более. Полученные результаты представляют интерес при описании орбитальной эволюции как активных спутников, так и космического мусора, а также при выборе параметров орбит для хранения космического мусора.

Библиографические ссылки

1. *Valk S., Delsate N., Lemaître A., Carletti T.* Global dynamics of high area-to-mass ratios GEO space debris by means of the MEGNO indicator // *Adv. Space Res.* — 2009. — Vol. 43. — P. 1509–1526.
2. *Lemaître A., Delsate N., Valk S.* A web of secondary resonances for large A/m geostationary debris // *Celest. Mech. Dyn. Astr.* — 2009. — Vol. 104. — P. 383–402.
3. *Бордовицына Т. В., Батурын А. П., Авдюшев В. А., Куликова П. В.* Численная модель движения ИСЗ. Новая версия // *Изв. вузов. Физика.* — 2007. — Т. 50, вып. 12/2. — С. 60–65.